

## NOTA TÉCNICA

### IMPORTANCIA AMBIENTAL Y SOCIOECONÓMICA DE LAS MICORRIZAS EN EL CULTIVO DE CACAO CASO: HACIENDA CATA, MUNICIPIO OCUMARE COSTA DE ORO, ESTADO ARAGUA VENEZUELA<sup>1</sup>

### ENVIRONMENTAL AND SOCIOECONOMIC IMPORTANCE OF MYCORRHIZAE IN COCOA CROP CASE: CATA FARM, OCUMARE OF THE GOLD COAST, ARAGUA STATE, VENEZUELA<sup>1</sup>

Ángela Bolívar\*, Marcia Toro\*\*, Maria Fernanda Sandoval\* y Marisol López\*

<sup>1</sup> Trabajo financiado por el Fonacit a través del Proyecto: S1-2002000391 y del INIA ID-ARA-05-710.  
\* Investigadores. INIA - CENIAP. Zona Universitaria. Apdo. 4579. Maracay, estado Aragua. Venezuela.  
\*\* Profesora. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ciencias. Núcleo Aragua.  
E-mail: abolívar@inia.gob.ve, mlopez@inia.gob.ve, mtoro30@yahoo.es

#### RESUMEN

En la región norte costera, de la Parroquia Cata del municipio Ocumare de la Costa de Oro del estado Aragua Venezuela, se llevó a cabo un estudio de caso. El propósito fue estudiar: a) la importancia ambiental y socioeconómica de los hongos micorrícicos arbusculares (HMA) en el cultivo de cacao, *Theobroma cacao* L.; b) conocer el estatus natural de micorrización de las plantas de cacao; c) promover entre los/as agricultores/as el conocimiento, la aplicación, protección, conservación y uso de estos hongos en el cultivo de cacao. Para el estudio socioeconómico se trabajó con un universo de 32 agricultores aplicando técnicas de investigación cualitativa, para estudiar la presencia de HMA se tomaron muestras de suelo a nivel de la rizósfera en 3 lotes de cacao. Los resultados indican que socioeconómicamente, el cultivo de cacao representa la actividad económica más importantes de forma directa, sumando un 68,76%, cuyas bondades más importantes identificadas fue el aporte de fósforo y su importancia para aumentar la producción y disminuir los problemas que afectan el cultivo, opinión suministrada por el 56,25% y el 43,75% de los agricultores, respectivamente, al referirse a la importancia de las micorrizas en el cacao. En relación al estatus natural de las micorrizas se obtuvo que todas las muestras analizadas presentaron raíces micorrizadas, oscilando el porcentaje de LRM entre: 2,8 y 13,3, valores que pueden ser considerados bajos con relación a otros agroecosistemas cacaoteros.

**Palabras Clave:** Agroecosistema sustentable; cacao; *Theobroma cacao* L.; micorrizas; investigación cualitativa.

RECIBIDO: abril 14, 2008

#### SUMMARY

In the north coastal region of Cata, Ocumare of the Gold Coast in Aragua state, Venezuela, a case study was conducted in the Cata Farm, between coordinates 10° 30' 00"N, 67° 45' 00"W. The purpose were: a) to study the environmental and socioeconomic importance of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in cocoa plantations, *Theobroma cacao* L., b) to know the natural status of mycorrhizae in cocoa plants; c) to promote, between farmers, the knowledge, application, protection, conservation and use of these fungi in cocoa plantations. For the socioeconomic study, a universe of 32 farmers qualitative research techniques. The presence of AMF, was evaluated in soil samples collected at rhizosphere level in three cocoa lots. With regard to socio-economic aspect, the results indicate that 68.76% of the farmers recognized the cocoa as the most important economic activity in a direct way; and about the benefits of mycorrhiza in the cocoa agrosystem, 56.25% of them identified the contribution of phosphorus and 43.75% believe that this symbiosis increase production and can reduce problems that affect the crop. In relation to the natural status of mycorrhizae, all samples showed mycorrhized roots; however, % of mycorrhized root length varied between 2.8 and 13.3 %, these values can be considered low in relation to other cocoa agroecosystems.

**Key Words:** Sustainable agroecosystems; cocoa; *Theobroma cacao* L.; socio-economic; micorrhizae.

ACEPTADO: septiembre 01, 2009

## INTRODUCCIÓN

En Venezuela, el rendimiento promedio del cultivo cacao, *Theobroma cacao* L., entre 1970 y 1991 se ubicó en 243,8 kg ha<sup>-1</sup>, y en el estado Aragua fue de 95,67 kg ha<sup>-1</sup>, el más bajo a nivel nacional (Trujillo *et al.*, 2000b). Esta situación, condujo a que diversos estudios recomendaran revertir los bajos rendimientos a través de un referencial tecnológico que incorporara varias estrategias, entre ellas, un adecuado plan de fertilización según la edad de la planta y condiciones de fertilidad del suelo.

La literatura señala que las dosis de nutrimentos recomendadas en g plantas<sup>-1</sup> de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O que oscilan entre los 150, 249 y 350 en plena producción, (FONCACAO, 1998; Ramos *et al.*, 2000).

Sin embargo, otros estudios advierten, que promover la incorporación de prácticas de fertilización química o inorgánica, sin considerar el contexto ambiental, socio-cultural y económico en que se desarrolla este cultivo, pudiera afectar negativamente el agrosistema, especialmente los procesos biológicos, específicamente las poblaciones de microorganismos benéficos que habitan en estos agroecosistemas (Cuenca *et al.*, 1991; López *et al.*, 2007).

Posteriormente estas dosis fueron reducidas según sugerencias de Izquierdo y López (INIA, 2008) a aplicaciones (g planta<sup>-1</sup>) de N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O de 46:60:60, respectivamente, considerando los resultados de investigación realizados en Choroni por López *et al.* (2007); debido a que, las poblaciones de microorganismos como los hongos micorrízicos arbusculares, (HMA) son afectados por las altas dosis de fósforo aplicado, reduciendo la relación simbiótica que existe entre este hongo y el cultivo de cacao. Los estudios sobre los hongos micorrízicos, le confieren importancia especial para ser utilizados como biofertilizantes, bioinsumo definido por Martínez (2003) como productos basados en microorganismos que viven normalmente en el suelo, en poblaciones bajas, pero pueden incrementarse por medio de la inoculación artificial o aplicando prácticas agroecológicas (Toro *et al.*, 2008), siendo capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de las sustancias nutritivas que necesitan para su desarrollo.

Lo antes expuesto, implica un conocimiento profundo de los procesos e interacciones que ocurren entre cultivos micorrízicos absolutos -como el cacao- y los distintos componentes de los ecosistemas tropicales, de

allí, que prácticas como la fertilización fosfórica inorgánica, deben ser monitoreadas y evaluadas a fin de no romper el equilibrio de estas simbiosis y no promover la dependencia de insumos externos en estos sistemas (López *et al.*, 2007).

En Venezuela, para proteger la biodiversidad y promover la sustentabilidad agrícola, se debe profundizar los conocimientos y comprensión de los procesos que ocurren en los agroecosistemas, así como su potencial económico, ecológico, geoestratégico, social y cultural de tal manera, que la tecnología generada y recomendada coadyuve a la sustentabilidad de estos sistemas socio-productivos.

Sobre la base de lo expuesto, el trabajo está centrado en 3 aspectos fundamentales: 1) Estudiar la importancia ambiental y socioeconómica de las micorrizas; 2) Conocer el estatus natural de micorrización de las plantas de cacao; 3) Promover entre los/as agricultores/as el conocimiento, la aplicación, protección, conservación y uso de estos hongos en el cultivo de cacao.

### Antecedentes

#### Importancia ambiental de las micorrizas en el cultivo cacao

El cultivo de cacao, está considerado como un cultivo de importancia ecológica y ambiental, por encerrar varios principios conservacionistas: es reservorio de nutrientes por el reciclaje proveniente de abundantes restos de frutos, tallos y hojarasca del propio cultivo y de las plantas usadas como sombra temporal o permanente, en su mayoría leguminosas fijadoras de nitrógeno como el *Bucare pionio*, *Eritrina glauca*, *Guamo* (*Inga* sp.). Promueve la actividad y diversidad microbiana y por ende los procesos biológicos donde participan (fijación de nitrógeno atmosférico, micorrización, solubilización de fósforo), controla la erosión, regenera la cobertura vegetal en suelos degradados y mantiene condiciones de humedad y temperatura adecuadas, entre otros. Lo expuesto indica que el cultivo de cacao es un coadyuvante del desarrollo sustentable (Trujillo *et al.*, 1999; Mejías y Palencia, 2005; López *et al.*, 2007).

Para la aplicación de este trabajo, se asume el concepto de desarrollo sustentable como un proceso dinámico donde el manejo de los recursos naturales, la valoración del ser humano, los mecanismos de concienciación y participación ciudadana, la orientación de la economía con principios éticos de responsabilidad ambiental, contribuyen a satisfacer y fortalecer las necesidades

básicas actuales, sin destruir la base ecológica de la que depende el desarrollo socioeconómico y la calidad de vida futura referida por Ramírez (2000).

Además de los criterios conservacionistas y principios sustentables que encierra el cultivo de cacao, las investigaciones también han podido demostrar que en las condiciones que usualmente se cultiva el cacao en Venezuela, el mismo ha dado muestra de una significativa tendencia a formar micorriza y de ser un cultivo altamente dependiente de este hongo, debido a su alta micotrofia (Cuenca *et al.*, 1991).

El interés en el estudio de los hongos formadores de micorrizas, según Sánchez (1999), data desde el siglo XVIII y reseña que M. Janse nota la presencia de micorrizas arbusculares en café en 1897.

Por su parte, Cuenca (1991), menciona que el interés por las micorrizas se deriva principalmente porque los hongos micorrízicos son capaces de varias funciones: a) son órganos de captación de nutrimentos, b) afectan la fisiología de la planta, c) pueden ser manipulados para mejorar la productividad vegetal, mientras que Mejías y Palencia (2005), señalan que de la asociación simbiótica planta-hongo micorrízico, la planta de cacao obtiene mayor eficiencia en la absorción de nutrimentos, se promueve el crecimiento foliar e intensifica la tasa fotosintética y fortalece las condiciones propias de la planta para tolerar el estrés hídrico.

En este sentido, Toro y Herrera (1987); Sieverding y Barea, (1991); Guerrero, (1995); Cuenca *et al.* (1991); Cuenca y Meneses (1996), entre otros, coinciden en que los principales beneficios que recibe una planta colonizada por HMA son: a) mejoran el enraizamiento, establecimiento y crecimiento de la planta, principalmente en suelos con bajos contenidos de nutrimentos, b) incrementa la captación de iones, c) mayor capacidad de absorción de nutrientes pocos móviles del suelo: fósforo, zinc, cobre, d) mayor capacidad de absorción de agua y tolerancia a la sequía, e) protección contra patógenos de la raíz, entre otros.

Mientras que Guerrero *et al.* (1995), menciona que los beneficios de los HMA no deben restringirse al ámbito de la productividad vegetal inmediata, sino que deben considerarse los beneficios ambientales, tales como el control de la erosión o la regeneración de la cobertura vegetal en suelos degradados, siendo enfáticos al señalar que dentro de la concepción de desarrollo sustentable, los hongos micorrízicos constituyen un factor de obli-

gatorio manejo, puesto que no solamente afecta positivamente la productividad vegetal, sino que también producen beneficios ambientales en términos de un uso más racional de los fertilizantes y plaguicidas y de una mayor agregación del suelo a través del micelio extra radical que se extiende en el suelo.

La literatura muestra como las micorrizas arbusculares, por ser el tipo que predomina en zonas tropicales, se les ha prestado mayor atención, demostrándose su potencial en el manejo agroecológico de la agricultura. También se ha podido demostrar, que aunque la mayor parte de las plantas forman micorrizas arbusculares, el grado de dependencia o micotrofia de los diferentes cultivos es variable y relativo a las condiciones del suelo y que en bajas concentraciones de fósforo es donde se ha observado el grado de dependencia de las plantas con respecto a las micorrizas (Guerrero *et al.*, 1995).

En Venezuela, se han estudiado las poblaciones de estos microorganismos y su uso potencial en agroecosistemas sustentables, especialmente los hongos micorrízicos vesículo arbusculares (MVA). Toro y Herrera (1987), realizaron importantes aportes al estudiar las micorrizas presentes en ecosistemas venezolanos, específicamente en la identificación de poblaciones de HMA en plantaciones de café ubicadas en Altos de Pipe, estado Miranda y en otras localidades del estado Lara.

Cuenca *et al.* (1991); Cuenca y Meneses (1996); Cuenca *et al.* (2002) han realizado contribuciones al estudiar las micorrizas en diferentes ecosistemas y agroecosistemas venezolanos, identificando diferentes especies. En cacao identificaron *Glomus etunicatum* como la especie de hongo que parece estar más asociado al agrosistema cacao.

Por su parte, López *et al.* (2007) en plantaciones de cacao de Choróní, estado Aragua investigaron el efecto de las dosis de fósforo (P) inorgánico recomendadas en los laboratorios de servicio de análisis de suelo para aumentar la producción de cacao- sobre HMA nativos del sistema de producción cacao, demostrando que el número de esporas de este hongo se reduce significativamente por efecto de la dosis de P, advirtiendo la necesidad de revisar los criterios establecidos para mejorar la fertilidad del suelo y la disponibilidad de nutrimentos al cultivo, ya que las altas dosis de fertilizantes fosfatados pueden aumentar la dependencia externa de insumos en detrimento de las poblaciones nativas de microorganismos que activan los procesos biológicos endógenos claves en la sustentabilidad del sistema cacaotero.

### Importancia Socioeconómica de las micorrizas en el cultivo de cacao

En Venezuela, el cultivo de cacao representa uno de los sistemas de producción más importantes de larga tradición ancestral, en lo económico, social y ambiental, lo cual se soporta en varios aspectos a saber: a) la calidad del cacao que se cultiva y exporta a los principales mercados internacionales, b) la conservación del ambiente, c) las fuentes de trabajo que genera y el conocimiento y cultura local bajo la cual se cultiva y procesa (Leal, 1993). De manera breve se realizará un análisis de la relevancia de cada uno.

Según los registros históricos de exportación de varias fuentes OCEI (1999), Cartay (1999) y Arcila Farias (1970) citados por González (1999), Venezuela es el exportador de cacao más antiguo del mundo, iniciándose desde 1607 hasta el 2005, lo que le confiere una trayectoria de casi cuatrocientos años de país exportador generador de divisas y/o fuente de ingresos.

Las estadísticas más recientes señalan que para el año 2004 Venezuela alcanzó una producción nacional de 15 918 t en una superficie de 52 020 ha, con un rendimiento promedio de 306 kg ha<sup>-1</sup>. De esta producción nacional se exportaron alrededor de 7 077 t generándose una importante entrada de divisas (MAT, 2004).

En el estado Aragua, el cacao se localiza principalmente en el municipio Costa de Oro, en las localidades de La Trilla, Aponte, Cumboto, Cata y Cuyagua, en el municipio Girardot en la localidad de Choroní y en el municipio Mariño en las localidades de Chuao y Cepe. En la actualidad los rendimientos promedios están en 245 kg ha<sup>-1</sup>, con oscilaciones entre 100 y 500 kg ha<sup>-1</sup>.

Son descritos por González (1999) algunas de las principales características de los cacaotales aragüeños, entre ellas: excelentes características de aroma y sabor, que le confiere mucha importancia a nivel del mercado internacional, para la elaboración de chocolates finos. En la actualidad, la población de materiales de cacao es un complejo genético de cruces entre criollos con mayor o menor proporción de forasteros, según la localidad, su cultivo continuo asociado al plátano como sombra provisional y los conucos permanecen como actividad de subsistencia (Albornoz, 2004).

En el caso específico de las haciendas Chuao, Cata y Cuyagua el grupo familiar y particularmente la mujer juegan un papel significativo en la producción de cacao

debido a su dedicación y esmero en las labores de mantenimiento, recolección, desgrano de mazorca, beneficio y otras actividades, en su mayoría los productores/as que trabajan en estas haciendas desarrollan una agricultura asociada a bajos niveles de producción, lo que ha significado una desmejora en la calidad de vida de los agricultores de la zona (Belisario y García, 1995).

Pese a la situación descrita, en muchas comunidades cacaoteras como en la Hacienda Cata, la organización y los niveles de conciencia de los agricultores sobre la necesidad de desarrollar sistemas sustentables que permitan mejorar la calidad de vida del agricultor/ra y su familia, es un espacio de amplias oportunidades para incorporar tecnologías sociales, económicas y ambientalmente sustentables como la biofertilización basado de micorrizas u otros microorganismos benéficos que viven en el suelo.

Lo expuesto, ha motivado a investigar la importancia de los HMA en las plantaciones de cacao de la Hacienda Cata, ya que éstos podrían representar una alternativa de biofertilización de bajos costos, poco impacto ambiental que al ser socializada puede ser adoptada a corto y mediano plazo por los/as agricultores/ras de la localidad. En este sentido, se considera que los beneficios económicos, sociales y ambientales del manejo de la biofertilización a través de hongos MVA, sin duda, serían sustancialmente mucho mayor que la fertilización química o inorgánica especialmente por los costos que este implica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Selección de la zona de estudio

El estudio se realizó en la Hacienda Cata, municipio Costa de Oro, estado Aragua, Venezuela, entre las coordenadas 10° 30' 00" N, 67° 45' 00", 67° 37' 00" W. La hacienda limita al norte con la urbanización Cata, por el sur, este y oeste con las montañas del Parque Nacional Henry Pittier, posee una superficie aproximada de 338,94 ha, distribuidas en varios lotes, entre ellos: Caraballo, Cartagena, La Isleta, La Hacienda y José Real. La Hacienda Cata se encuentra enmarcada en la cuenca hidrográfica del Río Cata, la cual tiene una superficie de 4 964,03 ha.

El cauce principal de dicha cuenca es el Río Cata, que nace de la ladera norte de los Picos Guacamaya y Perú, alimentado por varias quebradas destacando la quebrada

La Rinconada, que desemboca en la ensenada de Cata. Las condiciones climáticas para el valle de Ocumare de la costa es de aproximadamente 700 mm/año de precipitación, con temperatura media anual entre 26-27 °C. (Albornoz 2004).

### Caracterización cualitativa de las comunidades

- Se aplicaron técnicas de observación participante.
- Se elaboró, socializó y divulgó con los productores/as un díptico sobre la importancia de las micorrizas.
- Se realizaron talleres sobre la importancia de las micorrizas en el cultivo de cacao.
- Se elaboraron dos instrumentos (encuestas y entrevistas) para levantar información a través de preguntas claves a un universo de 32 agricultores/as.
- Se firmó compromiso con la Empresa Campesina Cata para iniciar el proceso de producción, aplicación, y evaluación económica-ambiental de las micorrizas en el cultivo de cacao.

### Toma de Muestras de suelo

Para tomar la muestra se seleccionaron 3 lotes distintos distribuidos en toda la hacienda, ellos fueron:

Lote N° 1: La Haciendita 4 ha (4 muestras)

Lote N° 2: La Isleta 6 ha (4 muestras)

Lote N° 3: José Real 10 ha (4 muestras)

Se tomaron 4 muestras compuestas en áreas homogéneas de cada lote representativo. Para estudiar la presencia de HMA se tomaron muestras de la rizósfera (suelo muy próximo a las raíces más finas) de árboles de cacao en donde no se han aplicado productos químicos -de acuerdo a la información suministrada por los agricultores-. Alrededor del árbol de cacao se tomaron varias sub-muestras de suelo y raicillas a una profundidad de 5 a 10 centímetros. Una parte de esta muestra se envió al laboratorio para determinar el P-disponible - (Olsen, 1954) y disponer de un diagnóstico de la fertilidad químico-físico. La otra parte se refrigeró (4 °C), con el propósito de: 1) ser utilizado como inóculo para la multiplicación de los HMA y 2) extraer y caracterizar los distintos tipos de esporas de HMA e identificar a nivel de género.

### Identificación de hongos formadores de micorriza arbuscular (HMA) nativos de los suelos de cacaotales

Con el propósito de evaluar las poblaciones nativas de HMA asociadas al cacao se separaron las esporas de

acuerdo a la metodología de tamizado húmedo y decantación. Luego se siguió el siguiente procedimiento:

1. Separación de las esporas de acuerdo a su color, tamaño y características morfológicas más resaltantes.
2. Colocación en láminas portaobjeto y montaje en alcohol polivinílico (PVL) con reactivo Melzer, para observar sus estructuras con detalle en el microscopio.
3. Identificación de los géneros de HMA a través de los manuales de Schenck y Pérez (1990).

La evaluación se realizó en el Laboratorio de Estudios Ambientales del Instituto de Zoología Tropical, en la Universidad Central de Venezuela, de la Facultad de Ciencias.

### Metodología para tinción y cuantificación de raíces

Las raíces colectadas fueron lavadas cuidadosamente, aplicándoseles la metodología de aclaración y tinción con azul de tripán (Phillips y Hayman, 1970). Para la cuantificación de las estructuras típicas de los HMA (colonización de las raíces) se utilizó la metodología de intersección de cuadrantes (Giovanetti y Mosse, 1980) con ayuda de una lupa estereoscópica y se expresó como porcentaje de longitud de raíz micorrizada (%LRM).

### Cuantificación de las raíces colonizadas, método de intersección de cuadrantes (Giovanetti y Mosse, 1980)

- Se utilizó una placa de Petri marcada con una cuadrícula, cuyos cuadros tienen 1 cm de lado.
- Las raíces teñidas se distribuyeron de manera aleatoria.
- Se contaron las intersecciones de las raíces con todas las líneas verticales y horizontales (puntos de corte), luego se totalizó el número de intersecciones micorrizadas.
- Finalmente se obtuvo el número de intersecciones de raíz colonizada y el número total de intersecciones de raíces (colonizadas y no colonizadas).
- Se calculó el %LRM, según la ecuación siguiente:

$$\% \text{LRM} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de intersecciones de raíz micorrizada}}{\text{N}^\circ \text{ intersecciones totales con y sin colonización}} \times 100$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización cualitativa sobre la importancia socioeconómica de las micorrizas, caso: 32 agricultores/as de la Hacienda Cata estado Aragua fue la siguiente:

Desde el punto de vista socioeconómico, los resultados (Cuadro 1) indican que el cultivo de cacao representa la actividad económica más importante de forma directa, sumando un 68,76%.

**CUADRO 1.** Importancia económica del cultivo de cacao en la comunidad de la Hacienda Cata.

Pregunta clave:	Cacao y conuco	Cacao, turismo, conuco pesca,	Cacao Mano de Obra contratada
4.¿Su fuente de ingreso? Depende de:	9	13	10
%	28,13	40,63	31,25

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante desarrollo del trabajo.

Por otra parte, al identificar los principales problemas del cultivo, las plagas seguidas de la baja producción representan para los productores de cacao los de mayor importancia (Cuadro 2), aspectos asociados, ya que el ataque de plagas no controlado oportunamente, incide negativamente sobre la producción del cultivo.

Las necesidades de riego, de materiales criollos y abonos orgánicos, también son identificadas como problemas urgentes a resolver, coincidiendo con los estudios de González (1999) y FUNDACITE (2000) quienes señalan que en la mayoría de las haciendas cacaoteras del estado Aragua como; Cumboto, La Trilla, Cuyagua y Cata, los productores/as que trabajan en éstas desarrollan una agricultura de limitaciones físicas productivas, con escasez de recursos de capital, presencia de plantaciones de avanzada edad, ataque de enfermedades y plagas, poca disponibilidad de agua para el riego y bajos niveles de producción lo que ha significado una desmejora en la calidad de vida de los agricultores de la zona.

Al evaluar el nivel de conocimiento sobre las micorrizas, se estructuró e hizo la pregunta: ¿Las micorrizas son?, antes de iniciar las actividades de socialización al respecto para disponer del nivel de conocimiento sobre el microorganismo que participa en la simbiosis, los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 3, apreciándose que el 72% de los agricultores opinaron que las micorrizas eran insectos, reflejándose en la mayoría de los participantes en la actividad de socialización, desconocimiento sobre las micorrizas y su importancia en el cacao.

**CUADRO 2.** Identificación de problemas más importantes del cultivo de cacao.

Pregunta clave:	Respuesta más comunes:	Orden de importancia
5.¿Según usted, cual es el problema más importante y urgente que debe solucionarse en el cultivo de cacao?	Riego (3)	Plagas -1°
	Buen abono y buen riego (2)	Producción 2°
	Plaga (13)	Riego 3°
	Aumento de la producción (9)	Cacao criollo 4°
	Limpieza (1)	Abono y riego 4°
	Sembrar cacao criollo (2)	Limpieza y atención 5°
	Atención (1)	

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante desarrollo del trabajo, número en paréntesis ( ) indica cantidad de personas que coincidieron con el problema mencionado.

**CUADRO 3.** Nivel de conocimiento sobre las micorrizas antes de las actividades de socialización al respecto.

Pregunta clave:	Insectos	Bacterias	Hongos	Total
1.¿Las micorrizas son?	23	4	5	32
(%)	71,88	12,50	15,63	100

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

Mientras que después de realizar las actividades de información y socialización de conocimientos sobre la definición de la simbiosis micorrizica, microorganismo involucrado en este proceso biológico, importancia y uso de las micorrizas en la producción de cacao agroecológico, los 32 participantes respondieron asertivamente (Cuadro 4), coincidiendo que es un hongo el microorganismo que forma la simbiosis con las raíces del cacao, constituyendo un biofertilizante natural, y por ende debía ser conservado en los agrosistemas del cacao. Estas respuestas contundentes satisfizo al equipo de trabajo por haber logrado uno de los principales objetivos de este trabajo, como fue iniciar trabajos de formación-educación en la comunidad sobre estos microorganismos nativos y sus funciones en la producción de cacao.

Cuando los participantes tuvieron que priorizar y ordenar cual era la principal importancia de la simbiosis micorrizica en el sistema cacao, nuevamente la mayoría de los agricultores/as (56,25%) indicaron que entre las bondades más importantes, se encontraba el aporte de fósforo (Cuadro 5).

**CUADRO 4.** Nivel de conocimiento sobre las micorrizas luego de realizar actividades de socialización al respecto.

Pregunta clave:	Insectos	Bacterias	Hongos
1.¿Las micorrizas son?			32
(%)			100

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

**CUADRO 5.** Beneficio de las micorrizas reconocido por los agricultores (as) sobre la producción de cacao luego de realizar actividades de socialización.

Pregunta clave:	Aumenta la producción	Más crecimiento	Más fósforo
2.Nombre algunos de los beneficios de las micorrizas en el cacao	8	6	18
(%)	25	18,75	56,25

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

En cuanto al tema de la conservación de este hongo (Cuadro 6), quedó claro en un alto porcentaje (43%) de los cacaoteros de no aplicar fertilizantes químicos ayuda a conservarlos.

Un aspecto clave en el mantenimiento de las micorrizas, ya que ha sido señalado (López *et al.*, 2007; Toro *et al.*, 2008) que los fertilizantes inorgánicos, principalmente los fosfatados, inhiben la simbiosis, aun las dosis sugeridas en instrumentos de fertilización elaborados con rigurosidad técnica, pero bajo el modelo de producción de altos insumos, productivista.

En tal sentido, López *et al.* (2007) demostraron cómo las dosis de P para una condición de suelo de baja disponibilidad de este elemento, en plantaciones entre 4 y 7 años de edad y después de recibir 2 años de fertilización inorgánica, el número de esporas/100 g de suelo fue de: 100, 11, 32 y 39 al aplicar dosis de P de 0, 45, 90 y 135 g planta<sup>-1</sup>, de estas dosis evaluadas, las recomendadas en el instructivo utilizado en los laboratorios de servicio de análisis de suelo para cubrir los requerimientos del cultivo fue de 90 g planta<sup>-1</sup>, dosis que redujo en 32% el número de esporas de HMA, situación que se agudiza cuando algunos técnicos ejerciendo funciones de asistencia técnica sugieren dosis mayores a las recomendadas en los laboratorios de análisis de suelo con fines de fertilización.

Finalmente, en el Cuadro 7 se observa que el 43,75% de los agricultores opinaron sobre la importancia de las micorrizas para aumentar la producción y disminuir los problemas que afectan el cultivo, lo cual es significativo, ya que esta valoración de los HMA es clave para continuar y consolidar su uso en el sistema socioproductivo cacao.

**CUADRO 6.** Manejo para conservar las micorrizas luego de realizar actividades de socialización.

Pregunta clave:	No aplicar fertilizantes químicos	No aplicar venenos	Reproducir más micorrizas y dejando a la naturaleza	Poco fertilizante químico
4.¿Cómo se pueden conservar las micorrizas?	14	8	6	4
%	43,75	25	18,75	12,50

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

**CUADRO 7.** Manejo para resolver los problemas que afectan la producción del cacao, luego de realizar actividades de socialización.

Pregunta clave:	Mejorar la producción	Eliminar los insectos	Aplicar micorrizas	Aplicar riego
4.¿Según su opinión cual sería la solución para resolver los problemas más importantes en cacao?	10	6	14	2
%	31,25	18,75	43,75	6,25

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

Los resultados son satisfactorios para el equipo de investigación que compartió conocimientos y experiencias en la comunidad, creándose espacios para continuar el acompañamiento técnico científico, avanzar en encuentros de saberes, pudiendo materializarse posteriormente un trabajo conjunto que permita consolidar el uso y conservación de las micorrizas en la localidad, ya que durante los encuentros con los agricultores/as se firmó un compromiso con la Empresa Campesina Cata para iniciar el proceso de producción, aplicación, y evaluación económica-ambiental de las micorrizas en el cultivo de cacao.

En relación a la importancia económica de las micorrizas, Guerrero *et al.* (1995) señalan que desde la perspectiva de la relación costo-beneficio, el manejo de la micorriza se justifica cuando se presentan algunas de las siguientes situaciones: a) bajos valores de fósforo disponible y/o dificultad en la toma de fuentes poco solubles de fósforo, b) bajas poblaciones de propágulos infectivos y efectivos en el suelo, c) alta micotrofia del cultivo a ser manejado. Estas 3 situaciones se presentan en la zona de estudio y han sido señalados por López *et al.* (2007); Cuenca *et al.* (1991) en estudios de casos sobre plantaciones de cacao.

Otro aspecto señalado es el referido a las restricciones económicas, ciertamente en la zona se aprecia que la mayoría de los agricultores/as no cuentan con los recursos económicos suficiente para invertir en el sistema de producción cacao, en este sentido, el uso de hongos micorrízicos nativos, presentes en el agroecosistema cacao local, se presenta como una alternativa viable desde el punto de vista, social, económico y ambiental.

En relación a los resultados presentados en el Cuadro 8, se observa que del total de raíces evaluadas por muestras, se muestran las raíces colonizadas o micorrizadas y el porcentaje de LRM refleja la presencia de la simbiosis micorrízica en los 3 sectores seleccionados, corroborando la micotrofia del cacao. Sin embargo, el porcentaje de LRM oscila entre: 2,8 y 13,3, valores que pueden ser considerados bajos con relación a los resultados señalados por Cuenca *et al.* (1990), quienes encontraron porcentajes de LRM que oscilan entre 14 y 69% en 16 plantaciones de cacao del país, atribuyendo los menores porcentajes de colonización al efecto del manejo del sistema de producción, específicamente a la aplicación de fertilizantes fosfatados.



**CUADRO 8.** Estatus natural de micorrización de las plantas de cacao, caso: Hacienda Cata municipio Ocumare Costa de Oro.

Localidad	Muestra	Raíces		
		Totales	Micorrizada	% LRM
La Isleta	1	925	48	5,2
	2	809	35	4,3
	3	983	31	3,2
	4	795	72	9,1
La Hacienda	1	753	21	2,8
	2	525	19	3,6
	3	724	41	5,7
	4	646	41	6,3
José Real	1	739	98	13,3
	2	557	28	5,0
	3	452	29	6,4
	4	116	5	4,3

Fuente: datos originados de los instrumentos aplicados en la comunidad durante el desarrollo del trabajo.

Estos investigadores, mostraron una correlación negativa entre el % de colonización y la disponibilidad de fósforo en el suelo; los menores valores de porcentajes LRM, también se asociaron con plantas de mayor edad, con el tipo, frecuencia y tiempo de aplicación del fertilizante inorgánicos, principalmente fosfatados.

Sin embargo, los bajos porcentajes de LRM encontrados en las muestras de suelo rizosférico, tomadas de las plantaciones evaluadas son atribuidos a varios factores tales como: a) disponibilidad de fósforo en el suelo, b) edad de las plantaciones, c) un muestreo de suelo no representativo o inadecuado, d) presencia de otros organismos patógenos, e) tipo de manejo realizado a las plantaciones. De estos factores, se pudo corroborar los contenidos de fósforo en el suelo, los cuales estuvieron entre medios y altos ( $P = 16$  a  $20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) en los 3 lotes de producción evaluados, correspondiendo los mayores valores ( $P = 20 \text{ mg kg}^{-1}$ ) a la Hacienda y la Isleta, lo cual es coincidente con otros trabajos (Cuenca *et al.*, 1991; López *et al.*, 2007) que muestran el efecto de altos contenidos de P sobre la simbiosis micorrízica, así como a la edad avanzada de las plantaciones presentes, ya que la fertilidad del suelo desde el punto de vista química fue alta (datos no mostrados).

No obstante, los factores c y d referidos al tipo de muestreo y al manejo de las plantaciones no fueron corroborados en este trabajo preliminar. Parte de estos supuestos e interrogantes están por resolverse en otros muestreos más sistemáticos y evaluaciones adicionales sobre número de esporas/100 gramos de suelo, entre otros que se realizan en el marco de este proyecto.

En este sentido, se desprende la necesidad de continuar los estudios para implementar estrategias que involucren planes de manejo que promueven la actividad de estos hongos, la colonización de las raíces, formación de micorrizas y su efecto benéfico en las plantas de cacao.

Todos los resultados se derivaron a partir de la aplicación de los 2 instrumentos, uno ex-antes y otro ex-post, generándose información de tipo cualitativa, la cual se centra en el sujeto y busca desde la comprensión socio cultural interpretar las distintas perspectivas e intereses del sujeto que participa.

Estos resultados son indicadores que se convierten en insumos importantes para la toma de decisiones puesto que la producción, uso y conservación de las micorrizas dentro de la concepción del desarrollo sustentable constituye un factor de obligatorio manejo, puesto que no solamente afecta positivamente la productividad vegetal, sino, también produce beneficios ambientales como ha sido señalado por investigadores como Guerrero *et al.* (1995).

## CONCLUSIONES

- La importancia ambiental y socioeconómica de los hongos (HMA) en el cultivo de cacao debe ser evaluada bajo un enfoque integral, esto quiere decir, que su manejo, uso y conservación está integrado al tipo de material genético utilizado y a todas las prácticas del cultivo (control de plagas y enfermedades, podas, sombra, riego, fertilización y cosecha).
- La presencia de micorrizas en todas las muestras evaluadas, aunque de bajo porcentaje, indica y corrobora las potencialidades del cultivo para asociarse a los HM y la necesidad de usar y reproducir dicho hongo bajo un modelo de producción que integra los 3 dimensiones de la sustentabilidad.
- Los agricultores/as del estudio de caso, cuentan con importantes fortalezas entre ellas la organización, la cual facilita procesos que promuevan y conduzcan a rescatar la producción bajo una concepción agroecológica, que se valore e incluya la producción orgánica

y la activación de procesos biológicos en el sistema de producción del cacao como alternativa sustentable.

- Esta situación coadyuva a las instituciones del Estado y ONG (investigadores, técnicos, extensionistas y otros) a implementar estrategias que permitan revertir los bajos rendimientos del cultivo y alcanzar el posicionamiento adecuado en el mercado nacional e internacional.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz, L. 2004. Evaluación de la aptitud de las tierras de la Hacienda Cata, municipio Ocumare de la Costa, estado Aragua. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Agronomía, trabajo de grado del Postgrado en Ingeniería Agrícola. pp. 52-78.
- Belisario, S. y A. García. 1995. Estudio de aspectos socioeconómicos agronómico de los productores de cacao en la Localidad agrícola La Trilla y Aponte, municipio Mario Briceño Iragorry, estado Aragua. Trabajo de Grado. Maracay, Ven. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. pp. 45-46.
- CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. México D.F. pp. 6-10.
- Cuenca, G. and E. Meneses. 1996. Diversity patterns of arbuscular mycorrhizal fungi associated with cacao in Venezuela. *Plant and Soil*, 183:315-322.
- Cuenca, G., R. Herrera y E. Meneses. 1991. Las Micorrizas vesículo arbusculares y el cultivo del cacao en Venezuela. *Acta Científica Venezolana*. 42:153-159.
- Cuenca, G., Z. Andrade, M. Lovera, L. Fajardo, E. Meneses, M. Márquez y R. Machuca. 2000. El uso de arbustos nativos micorrizados para la rehabilitación de áreas degradadas de la Gran Sabana, estado Bolívar, Venezuela. *INTERCIENCIA*. V. 27 N° 4 . <http://www.interviciencia.com>.
- FONCACAO. 1998. Manual Técnico del Cultivo del Cacao en Venezuela. FNC-Ministerio de Agricultura y Cría. MAC Caracas- Caucaagua. pp. 66-67.
- González, J. 1999. El Cacao en Venezuela. FUNDACITE-Aragua. Informe Especial Maracay pp. 28-39.
- Guerrero, E., C. Rivillas y E. Rivera. 1995. Perspectivas de manejo de la micorriza arbuscular en ecosistemas tropicales. Fondo para la Protección del Medio Ambiente. Centro de Investigaciones del Café (CENICAFE). Universidad Javeriana. pp. 184-200.
- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). 2008. Manual de Alternativas de Recomendaciones de Fertilizantes para Cultivos Prioritarios en Venezuela. Maracay, estado Aragua. 400 p. (Serie B N° 18).
- Leal, F. 1993. Historia y Origen del Cacao, 500 años de América Tropical. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales. Caracas, pp. 76-79.
- López, M., I. López de Rojas, M. España, A. Izquierdo y L. Herrera. 2007. Efecto de la fertilización inorgánica sobre la disponibilidad de nutrimentos en el suelo, nivel nutricional de la planta y hongos micorrizicos arbusculares en plantaciones de *Theobroma cacao* L. *Agronomía Trop*. 57(1):31-43.
- Martínez, R. 2003. Importancia actual de los biofertilizantes y bioestimuladores bacterianos. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical INIFAT. La Habana Cuba. pp. 8-9.
- Mejías, L. y E. Palencia. 2005. Abono orgánico manejo y uso en el cultivo de cacao (en línea). Corpoica, Centro de Investigación Turipana, CO. Disponible en [http://www.turipana.org.co/abono\\_cacao.htm](http://www.turipana.org.co/abono_cacao.htm) pp.1-17.
- Olsen, R. S., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA. Cir 939.
- Ramírez, L. 2000. Ventanas de Sostenibilidad: un modelo para la promoción del desarrollo sostenible. IICA-GTZ Costa Rica Material de consulta técnica, pp. 1-15.
- Ramos, G., P. Ramos y A. Azócar. 2000. Manual del Productor de cacao. FONAIAP- FUNDACITE- Fondo Nacional del Cacao. Mérida. pp. 27-29.

Sánchez, M. 1999. Endomicorrizas en agroecosistemas colombianos. Universidad Nacional de Colombia Palmira Colombia. pp. 95-97.

Sieverding, E. y J. M. Barea. 1991. Perspectiva de la inoculación de sistemas de producción vegetal con hongos formadores de micorrizas VA. **In:** Fijación y movilización biológica de nutrientes. Consejo Superior de Investigaciones Científicas CSIC, Madrid pp. 221-245.

Toro, M., I. Bazó y M. López. 2008. Micorrizas arbusculares y bacterias promotoras del crecimiento vegetal, biofertilizantes nativos de sistemas agrícolas bajo manejo conservacionista. *Agronomía Trop.* 58(3):215-221.

Toro, M. and R. Herrera. 1987. Existente of mycorrhizal spores in two different coffee plantations. *Mycorrhizae in the next decade 7ma nacom* (D. M Sylvia, Hung y Ghaham, editores). IFAS, Florida. pp. 42.

Trujillo, V., A. Izquierdo y A. Bolívar. 2000a. Sostenibilidad y Pobreza Rural: Una Interpretación de las potencialidades y limitaciones de los sistemas cacaoteros del estado Aragua. *AGROALIMENTARIA* Fundación Polar Mérida. Vol 8: pp. 52-56.

Trujillo, V., A. Bolívar, N. Oviedo y N. Gómez. 2000b. El Cacao aragüeño en el contexto nacional e internacional, algunos indicadores. **In:** Memorias del Primer Congreso Venezolano del Cacao y su Industria. Realizado en Maracay, estado Aragua del 17 al 21 de noviembre de 1997. 6 p. ISBN 980-620-56-1, Depósito Legal: lf11320003386X.